



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09330510 A**(43) Date of publication of application: **22 . 12 . 97**

(51) Int. Cl

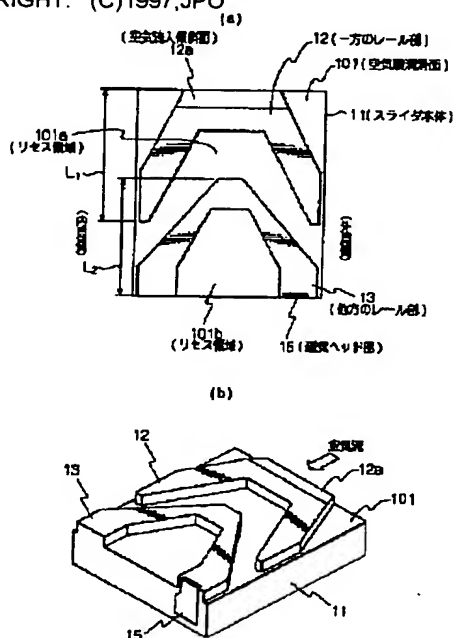
G11B 5/60
G11B 21/21
(21) Application number: **08147605**(71) Applicant: **NEC CORP**(22) Date of filing: **10 . 06 . 96**(72) Inventor: **UTSUNOMIYA MOTOYASU**(54) **MAGNETIC HEAD SLIDER**

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic head slider, wherein the fluctuation of the floating amount at the position on a recording medium is suppressed, the high recording density(CDR) is achieved over the entire disk surface, the stable floating attitude is secured in the entire track region and the floating characteristic in a low speed region is improved.

SOLUTION: A slider is constituted as a floating type so that an air film lubricating surface 101 is provided and the slider is floating on the magnetic disk surface by the air lubrication. On the air film lubricating surface 101, in this case two rail parts 12 and 13, which are formed in a U shape or a V shape, are divided at the upstream side and the downstream side along the air fluiding surface and arranged on the same line respectively. The rail parts are arranged so that the convex parts face the side of the air inflow end and the concave parts face the side of the air output end, respectively.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2803639号

(45) 発行日 平成10年(1998) 9月24日

(24) 登録日 平成10年(1998) 7月17日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 1 1 B 5/60

G 1 1 B 5/60

Z

21/21

1 0 1

21/21

1 0 1 P

請求項の数4 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-147605

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月10日

(65) 公開番号 特開平9-330510

(43) 公開日 平成9年(1997) 12月22日

審査請求日 平成8年(1996) 6月10日

(73) 特許権者 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 宇都宮 基恭

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高橋 勇

審査官 竹中 辰利

(56) 参考文献 特開 昭61-160885 (J P, A)

実開 平3-89569 (J P, U)

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁶, D B名)

G11B 5/60

G11B 21/21 101

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッドスライダ

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 空気膜潤滑面を有し且つ空気潤滑により磁気ディスク面上にて浮揚する浮上型の磁気ヘッドスライダにおいて、

前記空気膜潤滑面に、コ字状若しくはく字状に形成された2本のレール部を、空気流動面に沿って上流側と下流側に分けてそれぞれ同一線上に配設すると共に、そのいづれも、空気流入端側に凸部を向け、又空気流出端側に凹部を向けてそれぞれ配置したことを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【請求項2】 空気膜潤滑面を有し且つ空気潤滑により磁気ディスク面上にて浮揚する浮上型の磁気ヘッドスライダにおいて、

前記空気膜潤滑面に、コ字状若しくはくの字状に形成された2本のレール部を、空気流動面に沿って上流側と下

2

流側に分けてそれぞれ同一線上に配設すると共に、そのいづれも、空気流入端側に凸部を向け、又空気流出端側に凹部を向けてそれぞれ配置し、

前記空気流入端側に配置されたレール部によって囲まれたリセス領域と前記空気流出端側に配置されたレール部によって囲まれたリセス領域とを、異なった深さに設定したことを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【請求項3】 前記空気流入端側に配置されたレール部によって囲まれたリセス領域の空気膜潤滑面の深さを、前記空気流出端側に配置されたレール部によって囲まれたリセス領域の空気膜潤滑面の深さよりも深く形成したことを特徴とする請求項2記載の磁気ヘッドスライダ。

【請求項4】 空気膜潤滑面を有し且つ空気潤滑により磁気ディスク面上にて浮揚する浮上型の磁気ヘッドスライダにおいて、

10

前記空気膜潤滑面に、コ字状若しくはくの字状に形成された2本のレール部を、空気流動面に沿って上流側と下流側に分けてそれぞれ同一線上に配設すると共に、その

いずれも、空気流入端側に凸部を向け、又空気流出端側に凹部を向けてそれぞれ配置し、
空気流入端側に配置されたレールの凹部中央と前記空気流出端側に配置されたレールの凸部中央とを連結レール部によって接続したことを特徴とする磁気ヘッドスライダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気ヘッドスライダに係り、特に、回転する記録媒体に対し空気膜潤滑により微小隙間を浮揚して記録再生を行う浮上型の磁気ヘッドスライダに関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータの外部記憶装置として用いられる磁気ディスク装置の記録再生には、記録媒体面上に対向して一定隙間で浮揚する磁気ヘッドスライダが利用される。この磁気ヘッドスライダは、記録媒体の回転により生じる空気粘性流を、記録媒体に対向する面に設けられた空気膜潤滑面（ABS面：Air Bearing Surface）で受け、空気膜潤滑作用により記録媒体面上を微小隙間で浮上する。このとき、浮上しているスライダのABS面の空気流出端部には磁気ヘッドのギャップが記録媒体面に対向する向きに取り付けられており、記録媒体面と一定隙間を保持しながら非接触で記録再生が行われるようになっている。

【0003】この浮上型の磁気ヘッドスライダとしては、例えば特公平3-30229号公報、特開平4-341985号公報記載のものがある。以下、これを図17乃至図19に基づいて詳述する。

【0004】まず、図17に、空気膜潤滑面の両側端に二本の平行なレール部（サイドレール）502、503を配した2レールスライダ501を示す。また、図18は、ABS面の両端に1対のサイドレール602、603を有し、その間に1本のセンタレール604を配置した三レールスライダ601を示す。更に、図19は、空気膜潤滑面の両側端に二本の平行なレール部（サイドレール）702、703を配し空気膜潤滑面にリバースステップ面704を設けた負圧スライダ701を示す。又、これらの各図において、符号15は磁気ヘッドを示す。

【0005】ここで、図17の2レールスライダ501を用いて浮上磁気ヘッドスライダの具体的構成を説明する。

【0006】図20の斜視図に示すように、2レールスライダ501を備えた浮上型の磁気ヘッドスライダ500は、記録媒体と対向する側（空気膜潤滑面側）には、リセス領域501Aがスライダ500の長手方向に一定

の幅で一様に設けられている。このリセス領域501Aの両側部分には、記録媒体の回転により生じる空気流の流れる方向（矢印e）に沿う形で、前述した二本のレール部（サイドレール）502、503が平行に設けられている。

【0007】この二本のレール部（サイドレール）502、503の空気流入端側には空気流入斜面（テーパー部）502A、503Aが設けられている。また、他方のレール部503の空気流出端側には記録再生を行う磁気ヘッド55が取り付けられている。そして、装置停止時には、磁気ヘッドスライダ500は支持バネの弾力性によって一定荷重で記録媒体面に押しつけられている。そして、起動時には記録媒体の回転に伴って生じる空気粘性流が磁気ヘッドスライダ500の空気流入端のテーパー部502A、503Aからサイドレール502、503に沿って流入することによって記録媒体面との間で空気膜を形成し、これによって、磁気ヘッドスライダ500を浮揚させる（CSS方式：Contact Start Stop）。

【0008】この浮上型磁気ヘッドスライダ500は、図21に示すように、ポジションナ機構511によって記録媒体上を走査（シーク動作）して所定のトラック上に位置決めされるようになっている。この図21は、データアクセス時のポジションナ機構511による磁気ヘッドスライダ500の動作軌道を示すものである。

【0009】即ち、この図21に示すように、ポジションナ機構511の先端に磁気ヘッドスライダ500が固定され、他端を支点として記録媒体100の表面に沿って矢印f（又はその逆方向）で示すようにポジションナ機構511が回転運動を行い（ロータリー・アクチュエータ方式）、磁気ヘッド15（図2参照）を内周側から外周側へ又は外周側から内周側へシーク動作させる。図18、図19の従来例についても同様である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、磁気ヘッドスライダ500は、データアクセスを行う場合、トラック最内周Aから最外周Bまでの範囲でシーク動作を行うが、この場合、記録媒体上のトラック半径位置によって、磁気ヘッドスライダ500の浮上量および浮上姿勢（浮上ピッチ角、浮上ロール角）は変動する。これは、トラック半径位置によって空気流速が異なり、またヨー角（Yaw角：記録媒体の回転接線方向と磁気ヘッドスライダの長手軸とのなす角）がトラック位置によって変化するため、空気膜潤滑面に生じる圧力分布が変動することに起因する。

【0011】このような磁気ヘッドスライダの浮上量変動は、磁気ヘッドの電磁変換効率を悪化させる。このため、高記録密度が要求される磁気ディスク装置においては、トラック全面に渡って浮上量が均一であることが常に要求される。同時に、スライダ浮上姿勢（浮上ピッチ

角、浮上ロール角)の変動は、前述した一定浮上が求められる磁気ヘッドスライダ500においては、最小浮上位置での浮上量低下を招きヘッドヒットを誘発するおそれがあるため、磁気ヘッドスライダはトラック全域で常に安定した浮上姿勢を維持することが望まれている。

【0012】又、他方では、装置起動時において、支持バネを介して媒体面に押しつけられていた磁気ヘッドスライダ500は、媒体の回転に伴い発生する空気流を空気流入斜面(テーパ部)502A、503Aより受けて立ちあがり、媒体面上を摺動し、一定以上の速度に達したとき離陸するCSS(Contact Start Stop)方式が採用されている。

【0013】このため、ヘッドとディスク相互間の適正浮上位置にかかる信頼性、即ちHDI(Head-Disk Interface)信頼性の観点からは、磁気ヘッドスライダ1の摺動時間をできるだけ短くすることが望ましい。そのためには、低速領域での浮上ピッチ角が大きくなるように設定すると共に、浮き上がり特性の改善を図る必要がある。

【0014】

【発明の目的】本発明は、かかる従来例の有する不都合を改善し、とくに、記録媒体上の位置における浮上量の変動を抑制し、ディスク全面にわたっての高記録密度(CDR: Constant Density Recording)を達成するとともに、トラック全域において安定した浮上姿勢を確保し、且つ低速域での浮き上がり特性を改善することによって動作の安定化および信頼性向上を図った磁気ヘッドスライダを提供することを、その目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載に発明では、空気膜潤滑面を有し且つ空気潤滑により磁気ディスク面上にて浮揚する浮上型の磁気ヘッドスライダにおいて、空気膜潤滑面上に、コ字状若しくはくの字状に形成された2本のレール部を、空気流動面に沿って上流側と下流側に分けてそれぞれ同一線上に左右対称に配設する。そして、そのいずれも、空気流入端側に凸部を向け、又空気流出端側に凹部を向けてそれぞれ配置する、という構成を採っている。

【0016】この場合、この請求項1記載の発明では、「く」の字形および「コ」の字形のレール部で囲まれた各凹部(リセス領域)においては、各々リバースステップ面が形成され負圧が発生する。そして、この負圧力は、空気流速の増加により増大するため、浮上量の周波依存性を低減する効果があり、これを利用することによって磁気ヘッドスライダの浮上の均一性を向上させ得ることができる。

【0017】請求項2記載に発明では、前述した請求項1記載の発明と同様に、まず、空気膜潤滑面を有し且つ空気潤滑により磁気ディスク面上にて浮揚する浮上型の磁気ヘッドスライダにおいて、空気膜潤滑面に、コ字状

若しくはくの字状に形成された2本のレール部を、空気流動面に沿って上流側と下流側に分けてそれぞれ同一線上に左右対称に配設する。また、そのいずれも、空気流入端側に凸部を向け、又空気流出端側に凹部を向けてそれぞれ配置する。

【0018】そして、空気流入端側のレール部によって囲まれたリセス領域と空気流出端側のレール部によって囲まれたリセス領域とを、異なった深さの空気膜潤滑面とする、という構成を採っている。

10 【0019】このため、この請求項2記載の発明では、前述した請求項1記載の発明と同等に機能するほか、リセス領域の深さを適当に調整することによって磁気ヘッドスライダの浮上の均一性を更に安定した状態に設定することができる。

20 【0020】請求項3記載に発明では、前述した空気流入端側に配置されたレール部によって囲まれたリセス領域の空気膜潤滑面の深さを、前述した空気流出端側に配置されたレール部によって囲まれたリセス領域の空気膜潤滑面の深さよりも深く形成する、という構成を採っている。

【0021】このため、この請求項3記載の発明では、前述した請求項2記載の発明と同等の機能を得ることができ、更に、リセス領域の深さが浅い場合は、低速領域で比較的大きな負圧力が発生するが高速領域ではあまり大きな負圧力は生じないこと、或いは、リセス領域の深さが深い場合は、高速領域で大きな負圧力が得られるが低速領域では発生する負圧力は小さくなる等の特性を利用して、磁気ヘッドスライダの浮上の均一性を更に安定した状態に設定することができる。

30 【0022】請求項4記載に発明では、前述した請求項1記載の発明と同様に、まず、空気膜潤滑面を有し且つ空気潤滑により磁気ディスク面上にて浮揚する浮上型の磁気ヘッドスライダにおいて、空気膜潤滑面に、コ字状若しくはくの字状に形成された2本のレール部を、空気流動面に沿って上流側と下流側に分けてそれぞれ同一線上に左右対称に配設する。また、そのいずれも、空気流入端側に凸部を向け、又空気流出端側に凹部を向けてそれぞれ配置する。

40 【0023】そして、空気流入端側に配置されたレールの凹部中央と空気流出端側に配置されたレールの凸部中央とを連結レール部によって接続する、という構成を採っている。

50 【0024】このため、この請求項4記載の発明では、また、各々のリセス領域に生じる負圧力により、浮上量の周速依存性を小さく抑えることができるため、トラック外周のようなヨー角が大きくなる位置においても、負圧分布が大きく傾くことはない。これは、負圧発生領域を三ヵ所に分割することにより、負圧分布の傾きが分散されて全体のバランスがよくなる。この結果、ヨー角が大きくなってもスライダ本体の浮上ロール角の変化を更

に有効に抑えることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、第1および第2の各実施の形態に分けて説明する。

【0026】〔第1の実施の形態〕まず、図1(a)

(b)において、符号11は四角形状に形成されたスライダ本体を示す。このスライダ本体11の記録媒体(磁気ディスク)に対向する面、即ち空気膜潤滑面101には、く字状に形成された2本のレール部12、13が、記録媒体との間の空気流動面に沿って上流側と下流側に分けてそれぞれ同一線上に且つ左右対称に配設されている。この2本のレール部12、13は、そのいずれも、空気流入端側(リーディングエッジ側:図1の上方)に凸部を向け、又空気流出端側(トレーリングエッジ側:図1の下方)に凹部を向けて、それぞれ配置されている。

【0027】又、空気流入端側(リーディングエッジ側)の端縁に位置する一方のレール部12には、そのリーディングエッジ部分に空気流入傾斜面(テーパー面)12aが設けられている。そして、他方のレール部13における空気流出端側の二つの端面の内、図1(a)の右側に位置する部分には、前述したスライダ本体11の端面から延設された磁気ヘッド部15が装備されている。

【0028】ここで、空気流入端側のレール部12によって囲まれたリセス領域101aと空気流出端側のレール部13によって囲まれたリセス領域101bとは、同一の深さでもよいが、本実施形態にあっては異なる深さに形成されている。具体的には、一方のレール部12によって囲まれたリセス領域101aの深さは、他方のレール部13によって囲まれたリセス領域101bの深さよりも幾分深く形成されている。

【0029】この場合、「く」の字形および「コ」の字形のレール部12、13で囲まれた各凹部(リセス領域101a、101b)においては、各々リバースステップ面が形成され負圧が分かれて個別に発生する。このため、ディスク面に対して前後二箇所吸引力が作用し、かかる点において、ピッチ角が比較的安定した状態に設定される。

【0030】上記スライダ本体11は、空気膜潤滑面101とは反対側の面(図1の裏面側)で、例えば図21に示す磁気ヘッド支持機構511と同等に形成された磁気ヘッド支持機構によって保持されている。

【0031】ここで、前述した一方のレール部12の形状は、図1の実施形態にあっては「く」の字形のレール部12としたが、図2、図3に示すように「コ」の字形のレール部22、32としてもよい。符号23、33はそれぞれ他方のレール部を示す。ここで、図2の他方のレール部23は全体的に小さく設定されている。また、図3の他方のレール部33で囲まれた領域のトレーリングエッジ側にはセンターレール34が設けられている。

符号22a、32aは、それぞれ空気流入傾斜面を示す。

【0032】この場合も、「く」の字形および「コ」の字形のレール部22、32で囲まれた各凹部(リセス領域201a、201b;301a、301b)においては、各々リバースステップ面が形成され負圧が発生する。そして、この負圧力は、空気流速の増加により増大するため、浮上量の周波依存性を低減する効果があり、これを利用することによって磁気ヘッドスライダの浮上の均一性を向上させ得ることを発明者は見いだした。

【0033】更に、この発生する負圧力は、空気流速に依存すると共に、リバースステップ面におけるリセス深さにも依存することを、発明者はシミュレーションによって確認する事が出来た。図4乃至図6にこれを示す。ここで、図4は周速10[m/秒]の場合を示し、図5は周速30[m/秒]の場合を示す。単位「lbf/in²」は1平方インチ当たりの負圧力の大きさを示す。又図6(a)(b)は、図5についてこれを立体化したものである。

【0034】この図4乃至図6にて明らかなように、リセス領域の深さが浅い場合は、低速領域で比較的大きな負圧力が発生するが、高速領域ではあまり大きな負圧力は生じない。逆に、リセス領域の深さが深い場合は、高速領域で大きな負圧力が得られるが、低速領域では発生する負圧力は小さくなる。上記図4乃至図6に示すシミュレーションの結果は、図2に示す磁気ヘッドスライダ20について行ったものであるが、図3および前述した図1の各磁気ヘッドスライダ30、10についても、同様の結果が得られることを確認する事が出来た。

【0035】次に、上述した第1の実施形態の動作を説明する。まず、図1に示す2本のレール部12、13は、スライダ重心位置Wを挟んでリーディング側に一方のレール部12が配され、トレーリング側に他方のレール部13が配置されている(図7参照)。このため、リーディング側の一方のレール部12の凹部により形成されるリバースステップ面のリセス深さを深く設定し(図7:リセス領域101a)、トレーリングエッジ側の他方のレール13に囲まれたリバースステップ面のリセス深さを浅く設定する(図7:リセス領域101b)ことにより、空気流速の変動に対する浮上ピッチ角変動を小さく抑えることができる。

【0036】即ち、CSSのように流速の小さい領域ではスライダ重心Wよりトレーリング側に大きな負圧力が発生するため、図8(a)に示すように、浮上ピッチ角が大きくなり浮き上がり特性を改善することができる。他方、トラック外周のような流速の大きい領域では、図8(b)に示すように、スライダ重心Wよりリーディング側に大きな負圧力が生じる。このため、図9のグラフに示すように浮上ピッチ角の増加を抑制することができ、浮上マージンを稼ぐことができる。ここで、2本の

レール部12、13上の面は正圧領域となっている。

【0037】このように、上記第1の実施形態によると、空気流の高速領域（トラック外周）におけるピッチ角の増加を有効に抑制することができ、磁気ディスクに対する磁気ヘッドのヘッドヒットの発生を有効に抑制することができる。

【0038】〔第2の実施の形態〕次に、第2の実施の形態を、図10（a）（b）ないし図13に基づいて説明する。

【0039】まず、図10（a）（b）において、符号400は磁気ディスク面上にて浮揚する浮上型の磁気ヘッドスライダを示す。この磁気ヘッドスライダ400は、前述した第1の実施形態と同様に、空気膜潤滑面401を有し且つ空気潤滑により磁気ディスク面上にて浮揚するようになっている。符号41はスライダ本体を示す。

【0040】このスライダ本体41の空気膜潤滑面401上には、コ字状に形成された一方のレール部42と、く字状に形成された他方のレール部43とが、空気流動面に沿って上流側と下流側に分かれて、それぞれ同一線上に且つ左右対称に配設されている。

【0041】この各レール部42、43は、そのいずれも、図10（a）（b）に示すように、空気流入端（リーディングエッジ）側に凸部を向け、又空気流出端（トレーリングエッジ）側に凹部を向けて、それぞれ配置されている。更に、空気流入端側に配置された一方のレール部42の中央部と、空気流出端側に配置された他方のレール部43の凸部中央部とは、連結レール部44によって接続されている。これによって、負圧の発生箇所がバランスよく設定されるようになっている。ここで、符号42Aは空気流入傾斜面を示す。また、符号15は磁気ヘッドを示す。

【0042】また、この第2の実施形態の変形例を図11に示す。この図11に示す変形例は、前述した図10（a）（b）における一方と他方の各レール部42A、43Aの端部等には図示のように丸みを付し、これによって空気流の乱れを排除したものである。その他の構成は図10のものと同一となっている。

【0043】また、図12に、上記第2の実施形態の更に他の変形例を示す。この図12に示す他の変形例は、本発明をセンターギャップ・タイプのスライダに応用したものであり、トレーリング側のリセス領域401c内にギャップ取り付けのためのセンタレール45を設けた点に特徴を有する。更に、このセンタレール45によってトレーリング側の正圧領域が大きくなるため、バランスをとるために他のレール部43Bのトレーリング側の端面の幅が狭く設定され、これに合わせて各部が調整されている。その他の構成は前述した図11の変形例と同一となっている。

【0044】次に、上記第2の実施形態の作用を説明す

る。まず、この第2の実施形態にあっては、図10

（a）（b）に示すように、連結レール44によって、一方のレール部42に囲まれて成るリーディング側のリセス領域が左右に分割されて二つのリセス領域401a、401b（図13参照）となる。このため、この図13に示すように、スライダ重心位置Wを挟んでリーディング側に左右2ヵ所に独立したリセス領域401a、401bが、又トレーリング側中央に1ヵ所の独立したリセス領域401cがそれぞれ設けられ、これにより、負圧ピークがバランスよく三箇所となりトライアングルを形成することとなる。

【0045】また、同時に、スライダ重心位置Wを中心点として、リーディング側中央部分とトレーリング側左右端部分とに、正圧領域がバランスよく三箇所に分散されてトライアングルが形成される。このため、総荷重の中心が重心位置Wの近くに形成され、これによって、まずスライダ本体41の浮上姿勢が安定する。

【0046】また、各々のリセス領域401a、401b、401cに生じる負圧力により、浮上量の周速依存性を小さく抑えることができる。このため、トラック外周のようなヨー角が大きくなる位置においても、負圧分布が大きく傾くことはない。

【0047】これは、負圧発生領域を三ヵ所に分割することにより、負圧分布の傾きが分散されて全体のバランスがよくなる（図14参照）。この結果、ヨー角が例えば図14（b）に示すように+19度と大きくなっても、スライダ本体41の浮上ロール角の変化を有効に抑えることができ、浮上が安定する。

【0048】ここで、上述した図14（a）では、スライダ本体41がトラック内周部（ヨー角が-4度）に位置する場合に生じる負圧部の状況を示す。また、図14（a）では、スライダ本体41がトラック外周部（ヨー角が+19度）に位置する場合に生じる負圧部の状況を示す。

【0049】これに対して、従来の負圧スライダ701（図19のもの）について同様の手法によって負圧部の発生状況を調べてみる。その結果を図15（a）（b）に示す。この図15（a）（b）に示すように、ヨー角が大きくなると負圧部の発生領域がアンバランスとなり浮上ロール角の変化が大きくなっている。これはスライダ本体41の浮上が不安定となり易いことを意味する。

【0050】この図15に示す従来例の負圧部の発生状況と本第2実施形態（図14、図15）における負圧部の発生状況とを具体的に比較した結果を図16に示す。これからも明らかなように、本第2の実施形態においては、浮上ロール角の変化を更に有効に且つ安定した状態で抑えることができ、これにより、低浮上マージンのもとても良好なHDI信頼性を確保することができる。

【0051】ここで、上記第2の実施の形態について

は、連結レール44により形成される3つのリセス領域

の深さを実情に合わせて互いに異なるように設定することにより、磁気ヘッドスライダの浮上姿勢を更に積極的に調整することができる。

【0052】例えば、リーディングエッジ側の左右に形成される2ヵ所のリセス領域401a、401bの内、トラック外周側のリセス領域401bの深さを最も深くし（内周側のリセス領域401aを外周側のリセス領域401bの深さよりも浅く彫り）、トレーリングエッジ側中央に形成される領域401cを最も浅く設定することにより、発生する3ヵ所の負圧力をバランスさせ、空気流速変化およびヨー角変化による浮上ピッチ角変動および浮上ロール角変動を更に小さく抑えることが可能となる。

【0053】

【実施例】次に、上記各実施の形態を具体的に実施するに際し、考慮すべき細部の状況について説明する。

【0054】〔第1の実施形態の場合〕図1（第1の実施形態）の場合、前述したように、各レール部12、13は各々トレーリングエッジに向かって開口部を有する「く」の字型のレールであって、スライダ長手中心軸上に直列に配置されている。このとき、第1レールおよび第2レールの形状は「く」の字形でも「コ」の字形でもよく、必要とされる負圧力との兼ね合いで、開口角度やレール長が決定される。

【0055】この場合、より多くの負圧を発生させたい場合には「コ」の字形のレールの方が望ましいが、ダスト付着が問題となってくるような低浮上領域での使用を考えるならば、「く」の字形のレールの方が望ましいことを経験的に見いだすことができた。

【0056】また、側面のレールの張り出し長さ L_1 、 L_2 も、要求される負圧量と実際にコントロールしたいピッチ量との兼ね合いで決定される。即ち、より多くの負圧を発生させピッチ角制御効果を出したい場合は、一方のレール部12のサイド長さ L_1 をスライダ長さの $1/2 \sim 2/3$ まで張り出し、リーディング側のリセス領域101aを広く設定して十分な負圧量を確保する必要がある。

【0057】逆に、浮き上がり特性の改善を図る場合は、一方のレール部12のサイド長さ L_1 をスライダ長さの $1/2$ 以下に抑え、他方のレール部のサイド長さ L_2 を長く設定してトレーリング側のリセス領域101bを広く設定するのが望ましい。

【0058】また、各々のリセス領域101a、101bのリセス深さについては、 $10 \sim 40$ [m/s]程度の流速で $40 \sim 50$ [nm]程度の浮上量を想定する場合は、深刻リセス領域101aのリセス深さが $6 \sim 8$ [μ m]前後に、浅彫りリセス領域101bのリセス深さが $2 \sim 3$ [μ m]前後に設定するのが望ましい。なお、これらのパラメータは、スライダ寸法、押圧荷重、ギャップ浮上量、媒体回転速度等の設計パラメータによ

って変化する。

【0059】次に、図2（第1の実施形態の変形例）の場合について説明する。この場合は、前述したように浮上ピッチ角の抑制を目的として、リーディングエッジ（空気流入端）側のリセス領域201aにおいてより多くの負圧を発生させるように、リーディング側のレール部22に「コ」の字形のレールを、またトレーリング（空気流出端）側のレール部に「く」の字形のレールが採用されている。

10 【0060】このとき、リーディング側により大きな負圧が生じるように一方のレール部22のサイド長さ L_1 をスライダ長さの $2/3$ 以上に伸長し、同時にトレーリング側のリセス領域201bの負圧量を制限するために他方のレール部のサイド長さ L_2 を短く設定している。このため、他方のレール部23の幅方向の外側はスライダ本体41の幅方向の端には到達していない。ギャップ取り付け位置の設計に自由度がある場合に適用できる。

20 【0061】更に、図3（第1の実施形態の他の変形例）の場合について説明する。この場合は、本発明をセンターギャップ・タイプのスライダに応用したもので、トレーリング側のリセス領域301b内にギャップ取り付けのためのセンタレール34を設けた点に特徴がある。この場合、センタレールの正圧によって浮上量が増加することが予想されるため、トレーリング側の他方のレール部402はレール幅を狭くして、この他方のレール部402により発生する正圧を制限しておく必要がある。

【0062】〔第2の実施形態の場合〕前述したように図10（a）（b）に示す第2の実施形態では、一方のレール部42のトレーリング側中央と他方のレール部43の凸部中央とを連結レール44により接続し、リーディング側のリセス領域を外周側のリセス領域401bと内周側のリセス領域401aとに隔離している。

【0063】この場合、一方のレール部に「く」の字形レールを用いると、左右に二分されたリセス領域401a、401bに十分な負圧領域を確保できないため、リーディング側のレール部42にはできるだけ「コ」の字形のレールを用いるのがよい。また、連結レール44の部位に生じる正圧はそれほど大きくないため、連結レール44は負圧領域を分割できる程度の幅が確保しておくだけでよい。

【0064】次に、図11（第2の実施形態の変形例）の場合について説明する。この場合は、図10に示す第2の実施形態において三つの独立した領域に分けられた各リセス領域401a、401b、及び401cのリセス深さを各々変化させ、浮上ピッチ角と浮上ロール角の調整を行うようにしたものである。

【0065】この場合、トレーリング側のリセス領域401cは他の2ヵ所に比べ、リセス深さを浅く設定する。これにより、前述した第1の実施形態（図1）の場

合と同様に、リーディング側のリセス部401a、401bの相互間でピッチ角制御を行うようにすることができる。

【0066】同時に、リーディング側のリセス領域401a、401bのリセス深さに差を設け、リーディング側の左右のリセス領域での負圧発生力を制御して浮上ロール角を抑制する。このとき、リセス領域401a、401bのリセス深さは、トラック外周側で深くし、内周側で浅く設定するのが望ましい。

【0067】更に、図12（第2の実施形態の他の変形例）の場合について説明する。この場合は、本発明をセンターギャップ・タイプのスライダに応用したものであり、トレーリング側のリセス領域401c内にギャップ取り付けのためのセンタレール45を設けている。このとき、センタレール45の正圧によって浮上量が増加するため、トレーリング側の他方のレール部43はレール幅を狭くしておくことが望ましい。

【0068】

【発明の効果】本発明は以上のように構成され機能するので、これによると、空気膜潤滑面においてリーディング側及びトレーリング側で合わせて二つ以上のリバースステップ面を形成して負圧を発生させるようにしたので、スライダ本体の浮上量の周速依存性を低減するとともに安定した浮上姿勢を維持することが可能となり、また、各々のリバースステップ面を形成するリセス深さを変化させることにより、発生する負圧力をコントロールして浮上姿勢を更に安定させ且つ良好な浮き上がり特性を得ることができ、このため、ディスク面の全面にわたっての安定した高記録密度（CDR：Constant Density Recording）が可能となり、同時に、CSS損耗の低減やHDI信頼性の向上を図り得るという得るという従来にない優れた磁気ヘッドスライダを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す図で、図1(a)は空気膜潤滑面を上にした状態を示す平面図、図1(b)は図1(a)の斜視図である。

【図2】図1の変形例を示す平面図である。

【図3】図1の他の変形例を示す平面図である。

【図4】図2の使用状態（周速10[m/s]）における空気膜潤滑面に生じる圧力分布をシュミレーションによって算出した場合の一例を示す説明図である。

【図5】図2の使用状態（周速30[m/s]）における空気膜潤滑面に生じる圧力分布をシュミレーションによって算出した場合の一例を示す説明図である。

【図6】図5を立体化した場合を示す図で、図6(a)は図5の下方（水平方向）からみた説明図、図6(b)は図5の斜め左上からみた斜視図である。

【図7】図2の空気膜潤滑面における負圧の発生箇所を示す説明図である。

【図8】図1に示す実施形態における磁気ヘッドスライダのピッチ角制御を示す図で、図8(a)は低速時のピッチ角制御を示す説明図、図8(b)は高速時のピッチ角制御を示す説明図である。

【図9】図1に示す磁気ヘッドスライダと従来例における磁気ヘッドスライダのピッチ角変動の相違を示す線図である。

【図10】本発明の第2の実施の形態を示す図で、図10(a)は空気膜潤滑面を上にした状態を示す平面図、図10(b)は図10(a)の斜視図である。

【図11】図10の変形例を示す平面図である。

【図12】図10の他の変形例を示す平面図である。

【図13】図10の空気膜潤滑面における正圧領域および負圧領域の発生箇所を示す説明図である。

【図14】図10に開示したスライダの作動時における負圧の発生パターンを示す図で、図14(a)はスライダがトラック内周（ヨー角が-4度）に位置する場合の負圧の発生状況を示す説明図、図14(b)はスライダがトラック外周（ヨー角が+19度）に位置する場合の負圧の発生状況を示す説明図である。

【図15】従来例における負圧スライダの負圧分布を示す図で、図15(a)はスライダがトラック内周（ヨー角が-4度）に位置する場合を示す説明図、図15(b)はスライダがトラック外周（ヨー角が+19度）に位置する場合を示す説明図である。

【図16】図10に示すスライダと従来例におけるスライダのトラック半径に対する浮上ロール量の変化を比較した場合の例を示す線図である。

【図17】従来例におけるスライダの例を示す図で、図17(a)は空気膜潤滑面を上にした場合の例を示す平面図、図17(b)は図17(a)の右側面図、図17(c)は図17(a)の正面図である。

【図18】従来例におけるスライダの他の例を示す図で、図18(a)は空気膜潤滑面を上にした場合の例を示す平面図、図18(b)は図18(a)の右側面図、図18(c)は図18(a)の正面図である。

【図19】従来例におけるスライダの更に他の例を示す図で、図19(a)は空気膜潤滑面を上にした場合の例を示す平面図、図19(b)は図19(a)の右側面図、図19(c)は図19(a)の正面図である。

【図20】図17(a)におけるスライダの空気膜潤滑面における空気の流入方向を示す説明図である。

【図21】磁気ヘッドスライダの移動をヨー角の変化を示す説明図である。

【符号の説明】

11、41 スライダ本体

12、22、32、42、42A、42B 一方のレール部

12a、22a、32a、42a 空気流入傾斜面（テーパー部）

15

13, 23, 33, 43, 43A, 43B 他方のレール部

15 磁気ヘッド部

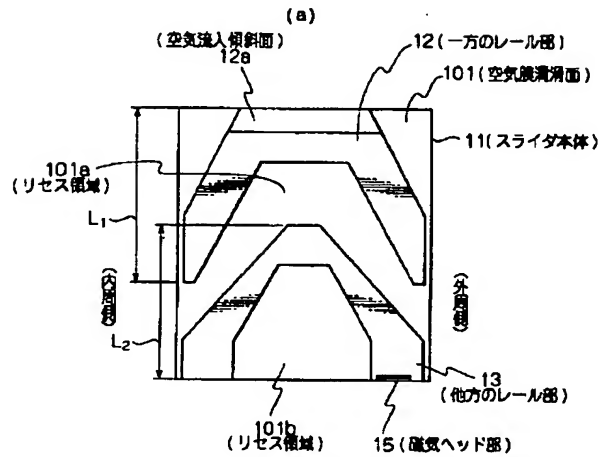
34, 45 センタレール

44, 44A, 44B 連結レール

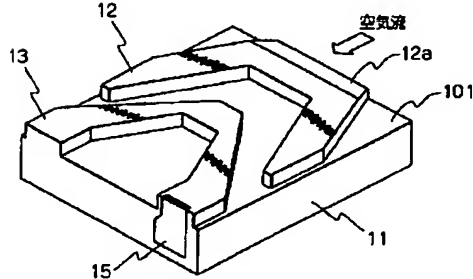
101, 401 空気膜潤滑面

*

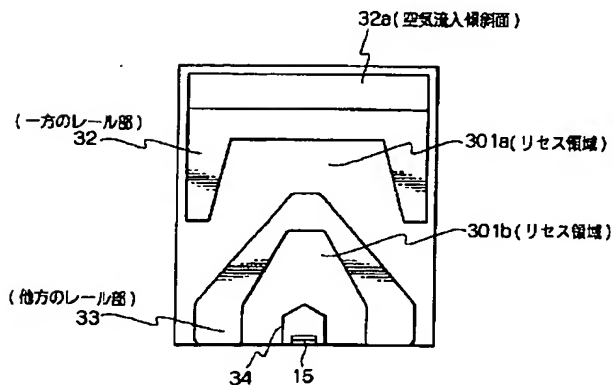
【図1】



(b)



【図3】



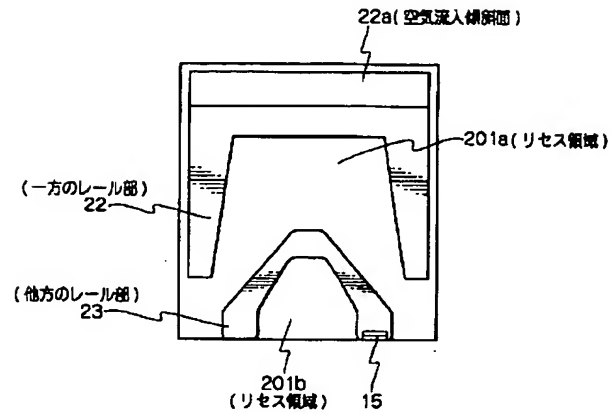
16

* 101a, 101b, 201a, 201b, 301a, 301b, 401a, 401b, 401c リセス領域
400 磁気ヘッドスライダ

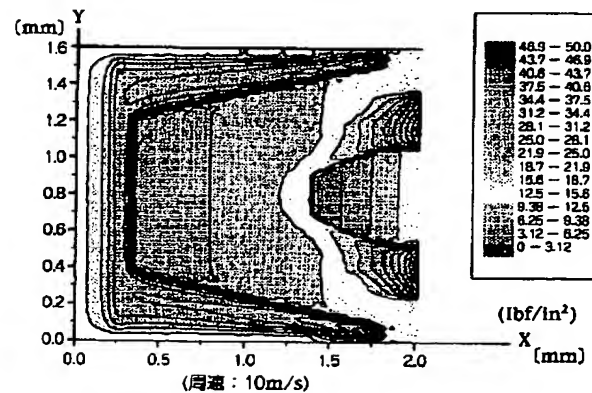
A 正圧領域

B 負圧領域

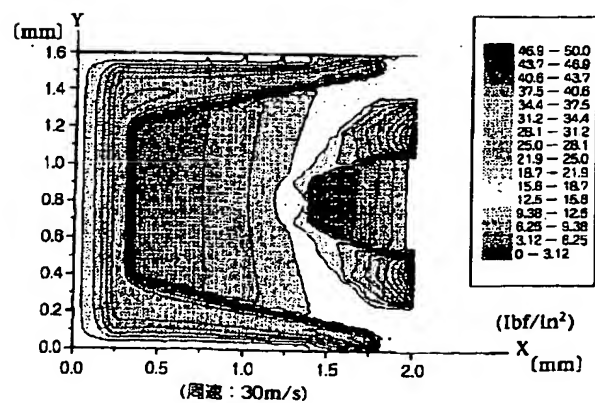
【図2】



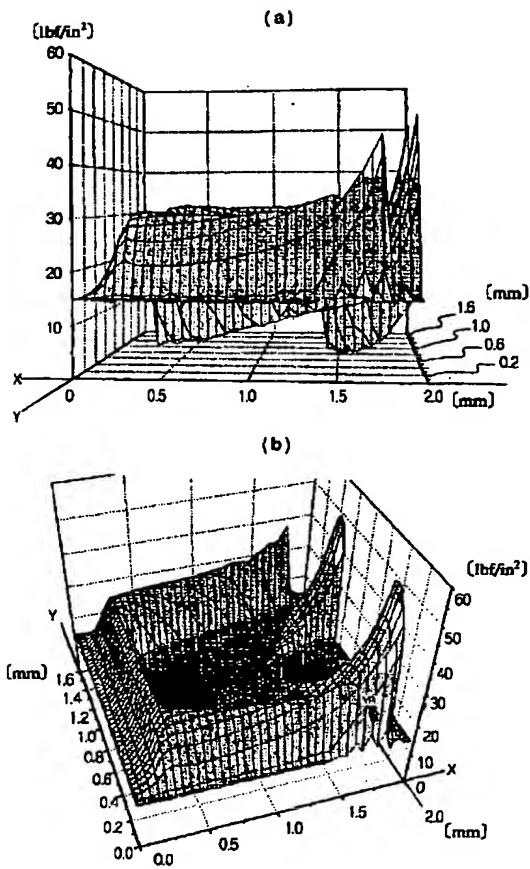
【図4】



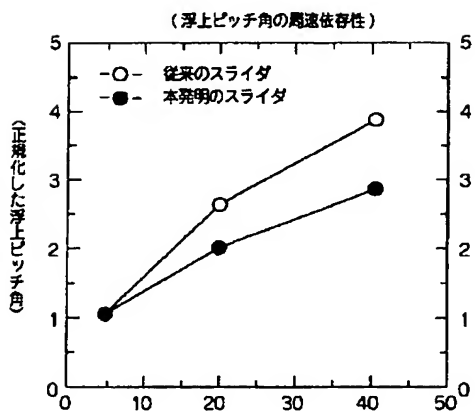
【図5】



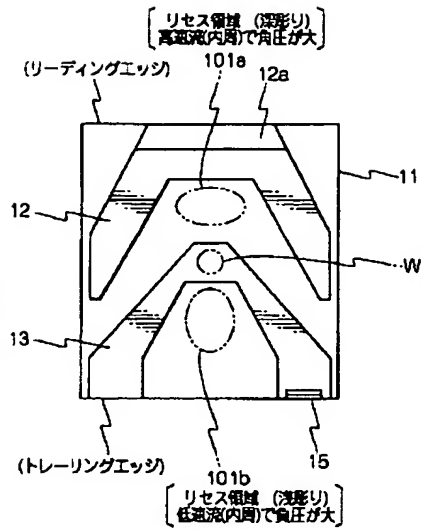
【図6】



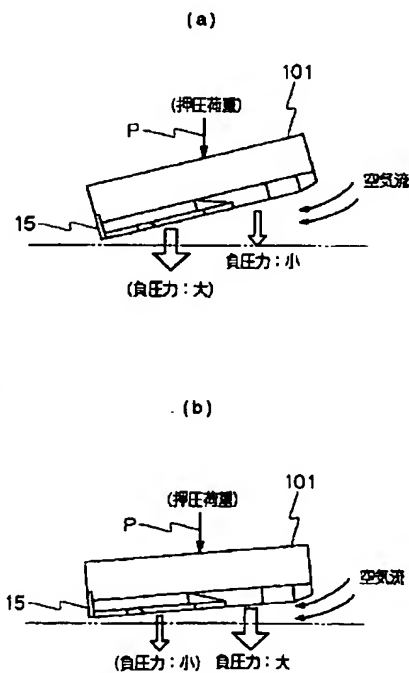
【図9】



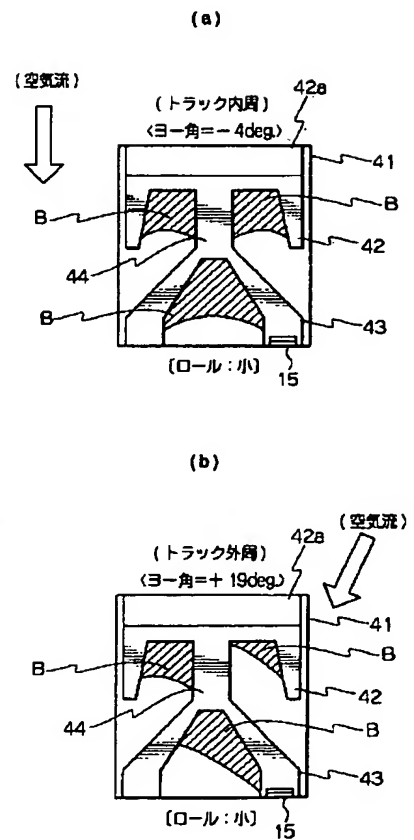
【図7】



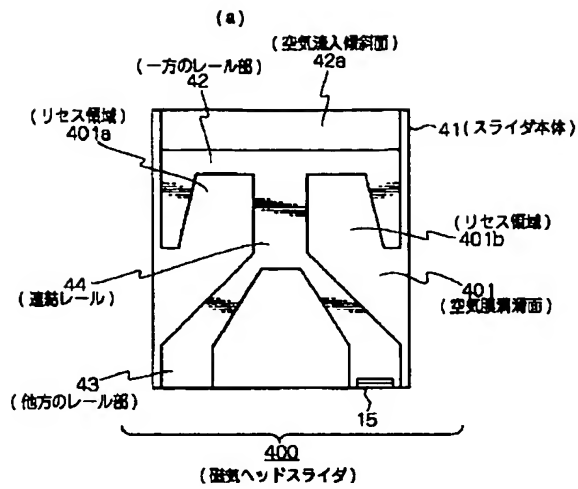
【図8】



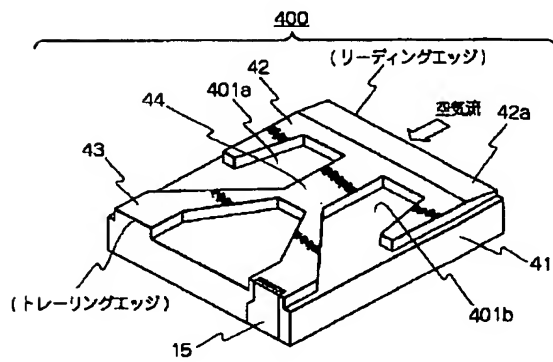
【図14】



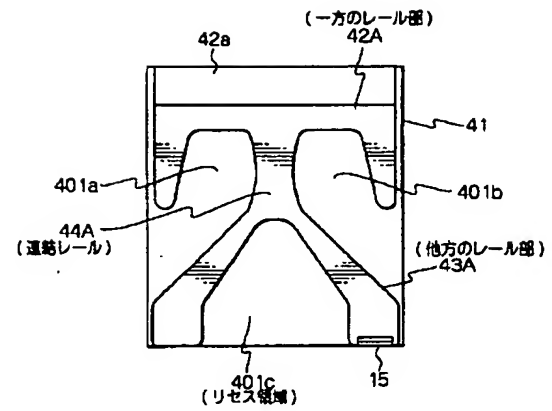
【図10】



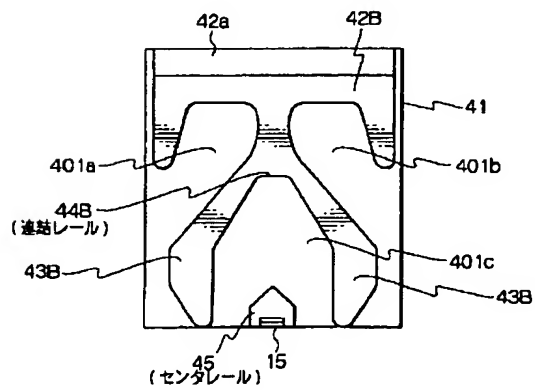
(b)



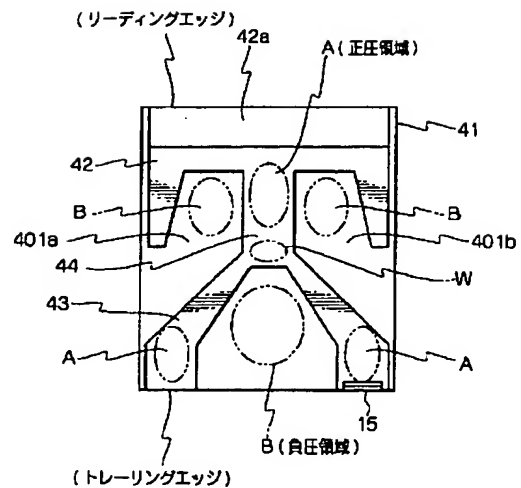
【図11】



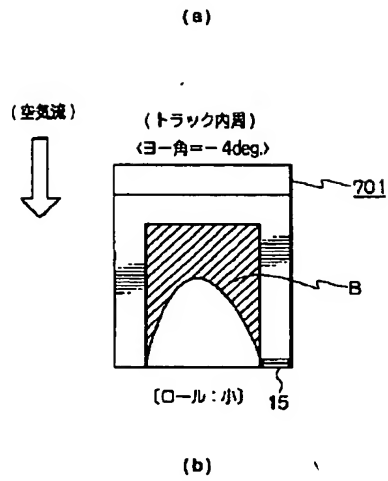
【図12】



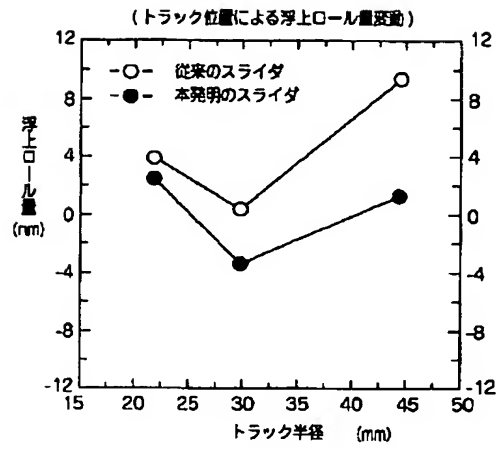
【図13】



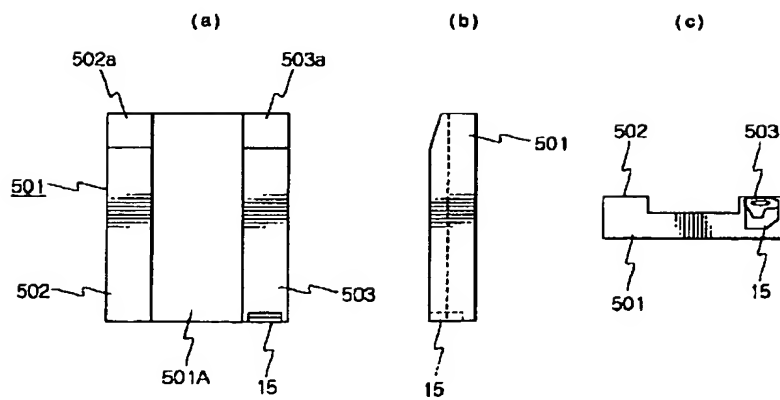
【図15】



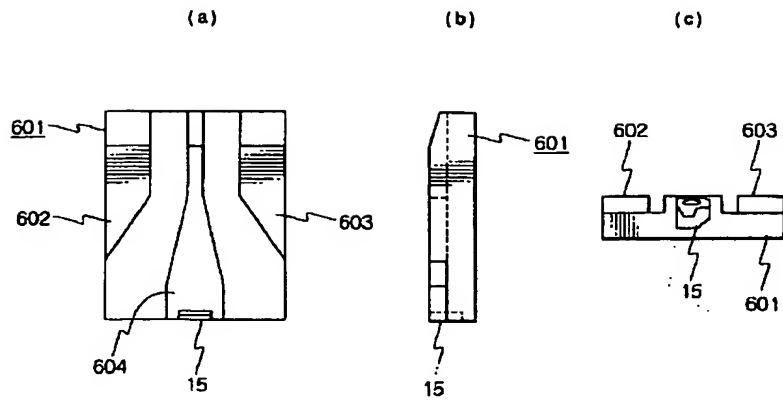
【図16】



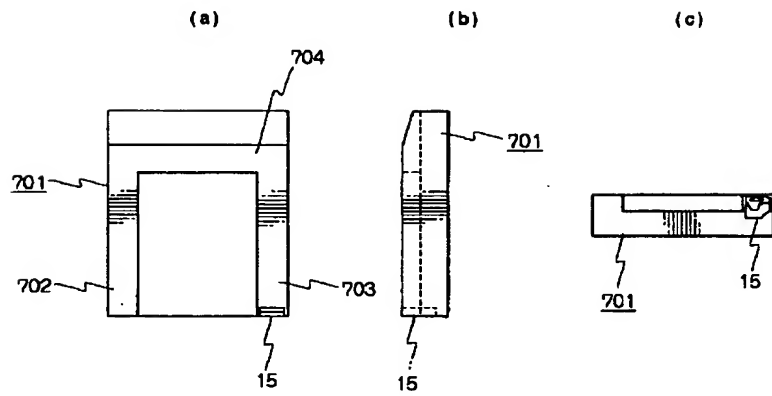
【図17】



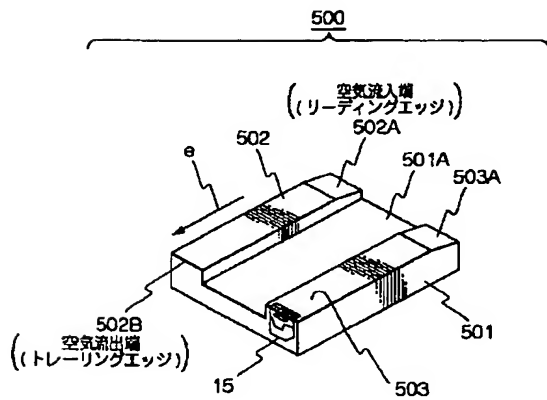
【図18】



【図19】



【図20】



【図21】

